



MUATAN SEDIMEN TERAMPAI DAN PERKAITANNYA DENGAN PENGHASILAN MUATAN SEDIMEN PADA MUSIM KERING DAN HUJAN DI TASIK CHINI, PAHANG

(Suspended Sediment Loads and its Relationship with the Production of Sediment load
During Dry and Wet Seasons in Tasik Chini, Pahang)

Nurul Syazwani Ab Rani, Mohd Ekhwan Hj Toriman, Mushrifah Hj Idris, Nor Rohaizah
Jamil & Mohd Khairul Amri Kamarudin

ABSTRAK

Hasil muatan sedimen terampai dari Sungai Chini yang merupakan salah satu daripada sungai pembekal aktif Tasik Chini, Pahang telah dikaji berdasarkan 3 stesen persampelan pada musim normal dan musim hujan. Pencerapan data pada musim normal dilakukan pada 16/08/08, 31/08/08 dan 13/09/08. Manakala, pada musim hujan pada 4/12/08, 25/12/08 dan 25/01/09. Dua parameter telah diukur, iaitu nilai luahan (Q) sungai m^3/s dan konsentrasi sedimen (mg/L). Pada musim normal anggaran Q di ketiga-tiga stesen adalah 48, 608, 640 L/ hari, 86, 875, 200 L/ hari dan 95, 264, 640 L/ hari. Manakala, pada musim hujan anggaran Q adalah 66,795,840 L/ hari, 381,801,600 L/ hari dan 300,888,000 L/ hari. Konsentrasi muatan sedimen terampai yang direkodkan di ketiga-tiga stesen pada musim normal dan hujan juga menunjukkan nilai yang berbeza. Pada 16/08/08, muatan sedimen yang direkodkan di ketiga-tiga stesen adalah 17.2 mg/L , 42 mg/L dan 22.4 mg/L . Seterusnya, 32.8 mg/L , 37.6 mg/L , 36.8 mg/L pada 31/08/08 dan pada 13/09/08 muatan sedimen terampai adalah 17.6 mg/L , 38.4 mg/L dan 38.8 mg/L . Manakala, pada musim hujan nilai muatan sedimen terampai pada 4/12/08 adalah 28.8 mg/L , 56 mg/L dan 71.2 mg/L . Pada 25/12/08 muatan sedimen terampai adalah 21.6 mg/L , 19.6 mg/L dan 39.2 mg/L dan 20.8 mg/L , 42.8 mg/L dan 36 mg/L pada 25/01/09. Secara puratanya, apabila nilai muatan sedimen terampai ditukarkan kepada penghasilan muatan sedimen per tahun ialah 20,984.52 $\text{kg/km}^2/\text{tahun}$ (20.65 $\text{tan/km}^2/\text{tahun}$) pada musim normal dan 86,248.68 $\text{kg/km}^2/\text{tahun}$ (84.88 $\text{tan/km}^2/\text{tahun}$).

Katakunci: Muatan sedimen terampai; luahan sungai; konsentrasi muatan sedimen terampai; Sungai pembekal aktif Tasik Chini.

ABSTRACT

Suspended sediment yield from Sg Chini, which is one of the active feeder river in Chini Lake, Pahang was studied for two different seasons, namely the normal and rainy seasons at three selected stations. In this study, the data was observed on 16/08/08, 31/08/08 and 13/09/08 which representing normal season, while 4/12/08, 25/12/08 and 25/01/09 are rainy season. Two parameters were measured at each station, namely the river discharge (Q) (m^3/s) and sediment concentration (mg/L). The result shows that, the estimation of Q values for normal day ranged between 48,608,640 L/day, 86,875,200 L/day and 95,264,640 L/day. Meanwhile during rainfall season, the Q estimation ranged between 66,795,840 L/day, 381,801,600 L/day and 300,888,000 L/day. Average of suspended sediments concentration (SSC) based on three sampling stations show different values for the two different seasons. The sampling on 16/08/08 indicates that

average SSC is 17.2 mg/L, 42 mg/L and 22.4 mg/L, on 31/08/08 was recorded 32.8 mg/L, 37.6 mg/L and 36.8 mg/L, 17.6 mg/L, 38.4 mg/L and 38.8 mg/L was recorded on 13/09/08. Meanwhile, the SSC during rainfall is 28.8 mg/L, 56 mg/L and 71.2 mg/L was recorded on 4/12/08, while the sampling on 25/12/08 indicates that the average SSC is 21.6 mg/L, 19.6 mg/L and 39.2 mg/L, and also 20.8 mg/L, 42.8 mg/L and 36 mg/L on 25/01/09. When converted to the average suspended sediment yield in term of square km, the estimation value for suspended sediment yield that transported from Chini river is 20,984.52 kg/km²/year (20.65 tonnes/km²/year) during normal day and 86,248.68 kg/km²/year (84.88 tonnes/km²/year) during rainfall.

Keywords: Suspended sediment yield; river discharge; suspended sediment concentration; Active feeder river in Tasik Chini

PENDAHULUAN

Masalah alam sekitar, khususnya yang berkaitan dengan sumber air merupakan antara masalah yang paling kritikal. Komponen alam sekitar yang paling signifikan dalam mempengaruhi sumber air di negara ini adalah sungai. Sebagai satu komponen alam sekitar yang dinamik sungai memainkan peranan penting dalam mencorakkan pelbagai bentuk pandang darat melalui tiga proses dominan, iaitu hakisan, pengangkutan dan pemendapan. Sekiranya dilihat daripada aspek hidrologi, sungai memainkan peranan sebagai medium penyeimbangan hujan, air larian, agen pengangkutan sedimen dan bahan kelodak serta kitaran nutrien (Ceballas & Schnabel 1998; Mohd Ekhwan & Noorazuan 2008). Selain itu, masalah kemerosotan sumber air ini bukan sahaja berlaku disebabkan masalah pembuangan sisa domestik dan efluen, tetapi juga disebabkan oleh masalah sedimentasi akibat daripada aktiviti guna tanah yang pesat. Masalah penghasilan sedimen oleh sungai di negara ini semakin hari semakin serius. Sejak akhir-akhir ini, masalah sedimentasi bukan sahaja menyebabkan kemerosotan kualiti air, bahkan turut memberi impak negatif kepada hidupan akuatik di sekitaran sungai dan tasik. Kemusnahan hidupan akuatik berlaku apabila wujud pemendapan bahan sedimen pada bahagian dasar sungai. Kewujudan bahan mendapan sedimen akan mengeruhkan air dan akan menyebabkan gangguan terhadap proses fotosintesis dalam air (Gray 1970; Mohd Ekhwan et.al 2000). Lazimnya, kebanyakan masalah sedimentasi berpunca daripada pembangunan guna tanah yang tidak terancang. Pembangunan guna tanah yang tidak terancang menyebabkan hakisan tanah kerana struktur tanah menjadi terdedah dan longgar.

Selain itu, pembangunan guna tanah yang tidak terkawal daripada aspek hakisan permukaan, galur dan galir merupakan antara penyumbang utama kepada penghasilan muatan sedimen dan masalah sedimentasi. Pembangunan guna tanah juga menyebabkan masalah ketidakseimbangan bajet sedimen yang berupaya mempercepatkan kadar hakisan di salah satu bahagian sungai, manakala di bahagian yang lain akan mengalami pemendapan sedimen. Penghasilan sedimen oleh hakisan permukaan dan pengangkutan sedimen oleh sungai juga penting dalam sistem hidrologi sesebuah lembangan. Hal ini kerana, proses tersebut akan mengubah morfologi alur sungai, permukaan lembangan, kadar kesuburan tanah dan akan mempengaruhi kestabilan dasar dan tebing sungai serta akan mengurangkan keupayaan sungai untuk menampung kapasiti air (Mohd Ekhwan 2006). Secara umumnya, kajian ini bertujuan untuk mengukur tahap konsentration dan

penghasilan muatan sedimen yang dihasilkan oleh Sungai Chini. Secara ringkasnya, kajian ini bertujuan untuk mengukur konsentrasi sedimen Sungai Chini (mg/l) dan menganggarkan muatan sedimen yang dihasilkan oleh Sungai Chini ($\text{tan} / \text{kg} / \text{km}^2 / \text{thn}$).

KAWASAN KAJIAN

Tasik Chini yang berkeluasan 25.26 km^2 dan kaya dengan kepelbagaian biodiversiti merupakan tasik kedua terbesar di Malaysia. Tasik Chini mempunyai 12 badan air atau lebih dikenali sebagai “laut” oleh Orang Asli suku kaum Jakun yang berperanan sebagai kawasan tadahan dan sungai pembekal yang aktif kepada Tasik Chini (Rajah 1). Dalam kajian ini, Sungai Chini yang mempunyai ketinggian 24 meter dari aras laut telah dijadikan sebagai lokasi persampelan bagi tujuan penyelidikan berkaitan sedimentasi (Rajah 2). Lembangan Sungai Chini yang berkeluasan 4.36 km^2 dan terletak di garis lintang $3^{\circ}26'36.41''\text{N}$ dan $3^{\circ}27'03.26''\text{E}$ merupakan sungai yang menghubungkan Sungai Pahang dengan Tasik Chini. Air dari Tasik Chini juga mengalir keluar ke Sungai Pahang melalui Sungai Chini (Sulong & Ekhwan 2006). Sungai ini dijadikan sebagai jalan perhubungan air bagi aktiviti navigasi bot ke Tasik Chini dan Sungai Pahang. Namun begitu, sistem pengangkutan air di Sungai Chini ini agak unik bagi membolehkan bot menyusuri Sungai Chini, di mana pintu baraj yang terdapat di hilir sungai perlu dibuka terlebih dahulu. Hal ini bertujuan untuk menyalurkan air ke Sungai Chini untuk menambahkan isipadu air sungai.

Sungai Chini terletak di kawasan khatulistiwa dan menerima hujan dari pantai Timur Semenanjung Malaysia. Oleh itu, kawasan ini akan mengalami musim kering pada Monsun Barat Daya (Mei – September) dan musim hujan pada Monsun Timur Laut (November – Mac). Keadaan ini menyebabkan Sungai Chini akan mengalami kadar luahan yang tinggi pada musim hujan yang akan menyumbang kepada fenomena banjir pada setiap tahun. Kadar kelembapan bandingan adalah tinggi, iaitu melebihi 80% dan menerima purata suhu tahunan 28°C .



Rajah 1: Stesen persampelan sedimen di Sg.Chini

METODOLOGI KAJIAN

Sebanyak enam replikasi sampel telah diambil mengikut jangka waktu yang berbeza, iaitu waktu normal pada 16/08/08, 31/08/08 dan 13/09/08. Manakala, waktu hujan pada 04/12/08, 25/12/08 dan 25/01/09. Parameter yang ditentukan secara *in-situ* adalah halaju air sungai (v), kelebaran sungai (d) dan kedalaman sungai (w). Nilai ini digunakan sebagai rumus untuk mengukur nilai luahan spesifik. Nilai luahan (Q) boleh dikira melalui halaju purata (v) dan luas keratan rentas (A) dan dinyatakan sebagai $Q=vA$. Luas keratan rentas dikira dengan mengukur kedalaman (d) dan kelebaran sungai iaitu (w). Formula pengiraan adalah seperti berikut:

$$A= dw \text{ (m}^2\text{) atau } A= \frac{1}{2}dw \text{ (m}^2\text{) [1]}$$

$$Q = vA. \text{ atau } Q = \frac{1}{2}vA$$

$$Q = \text{m}^3/\text{saat}$$

Hubungan nilai Q dalam unit L/hari pula ditunjukkan dengan rumus berikut:

$$Q = \text{m}^3/\text{saat} \times 86400 \text{ saat/hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 \text{ [2]}$$
$$= \text{L/hari}$$

a. Pengiraan Nilai Muatan Sedimen Terampai (MS)

Kaedah Gravimetrik digunakan untuk menentukan konsentrasi sedimen (mg/l). Nilai yang diperolehi kemudian akan ditukar kepada kg/l bagi menentukan nilai muatan sedimen tentu (*specific sediment yield*). Formula yang digunakan adalah seperti berikut:

$$\text{Sedimen terampai} = \frac{\{(\text{berat kertas turas} + \text{sisir kering}) - \text{berat kertas turas}\} \text{ (mg)} \times 1000}{\text{Isipadu air ditapis (mL)}}$$

$$= \text{mg} / \text{L} \times 1000 \times 1000$$

$$= \text{kg/L} \text{ [3]}$$

Nilai muatan sedimen (MS) terampai boleh ditentukan dengan menggunakan nilai luahan, nilai sedimen terampai dan luas kawasan lembangan persampelan (Leeder 1982). Pengiraan adalah seperti berikut:

$$MS = (Q \times \text{TSS}) / \text{kawasan lembangan persampelan} \text{ [4]}$$

$$= (\text{L/hari} \times \text{kg/L}) / \text{km}^2$$

$$= \text{kg/ km}^2/\text{hari}$$

Muatan sedimen terampai kemudiannya dianggarkan bagi tempoh penghasilan setahun seperti berikut:

$$\begin{aligned} \text{MS} &= \text{kg/km}^2/\text{hari} \times 365 \text{ hari} \\ &= \text{kg/km}^2/\text{tahun} \dots\dots\dots [5] \end{aligned}$$

HASIL DAN PERBINCANGAN

a. Kepekatan sedimen terampai

Secara keseluruhannya, konsentrasi sedimen di Sungai Chini adalah berbeza-beza mengikut waktu cerapan pada musim normal (Monsun Barat Daya 2008) dan pada musim hujan (Monsun Timur Laut 2009). Konsentrasi sedimen terampai pada waktu normal menunjukkan nilai minimum dari 17.2 mg/L hingga 42 mg/L pada 16 Ogos 2008, 32.8 mg/L hingga 37.6 mg/L pada 31 Ogos 2008 dan 17.6 mg/L ke 38.8 mg/L pada 13 September 2008 (Jadual 1). Manakala, konsentrasi sedimen pada waktu hujan menunjukkan peningkatan yang agak ketara iaitu, nilai minimum 28.8 mg/L hingga 71.2 mg/L pada 4 Disember 2008, 19.6 mg/L hingga 39.2 mg/L pada 25 Disember 2008 dan 20.8 mg/L hingga 42.8 mg/L pada 25 Januari 2009 (Jadual 2). Berdasarkan nilai konsentrasi sedimen terampai tersebut, pada 16 Ogos 2008 menunjukkan nilai yang paling rendah berbanding pada waktu lain. Manakala, nilai konsentrasi sedimen pada 4 Disember 2008 mencatatkan nilai tertinggi terutamanya di stesen 3 iaitu, 71.2 mg/L. Hal ini disebabkan, pada 4 Disember 2008, pintu air atau baraj yang terdapat di hulu Sungai Chini dibuka dan ditambah pula dengan musim hujan yang menggalakkan pengangkutan sedimen masuk dari Sungai Pahang ke Sungai Chini.

Jadual 1: Konsentrasi Sedimen Terampai mg/L Pada Musim Normal

Stesen Persampelan	16 Ogos 08	31 Ogos 08	13 Sep 08	Purata
Stesen 1	17.2	32.8	17.6	22.53
Stesen 2	42	37.6	38.4	39.33
Stesen 3	22.4	36.8	38.8	32.66
Jumlah	81.6	107.2	94.8	94.53
Minimum	17.2	32.8	17.6	22.53
Maksimum	42	37.6	38.8	39.47

Selain itu, konsentrasi sedimen pada kedua-dua musim juga dapat dikaitkan dengan anggaran luahan di Sungai Chini. Berdasarkan Jadual 3 dan 4 didapati terdapat perbezaan luahan pada kedua-dua musim. Secara keseluruhannya, luahan pada musim hujan adalah lebih tinggi berbanding pada musim normal. Secara tidak langsung, luahan yang tinggi tersebut mempengaruhi konsentrasi sedimen yang tinggi kerana luahan air dari Sungai Pahang ke Sungai Chini semasa musim hujan berlaku bersama-sama dengan pengangkutan sedimen dan akhirnya dimendapkan di dasar sungai.

Jadual 2: Konsentrasi Sedimen Terampai mg/L Pada Musim Hujan

Stesen Persampelan	4 Dis 08	25 Dis 08	25 Jan 09	Purata
Stesen 1	28.8	21.6	20.8	23.73
Stesen 2	56	19.6	42.8	39.46
Stesen 3	71.2	39.2	36	48.8
Jumlah	156	80.4	99.6	112
Minimum	28.8	19.6	20.8	23.06
Maksimum	71.2	39.2	42.8	51.06

Jadual 3: Analisis Cerapan dan Anggaran Luahan Persampelan Musim Normal

Stesen Persampelan	Parameter	16- Ogos-08	31-Ogos-08	13-Sep-08
Stesen 1	Nilai Pencerapan Q(m ³ /s)	0.5626	0.5626	0.5626
	Anggaran Q Harian (m ³ /hari)	48,608.64	48,608.64	48,608.64
	Anggaran Q Harian (L/hari)	48,608,640	48,608,640	48,608,640
Stesen 2	Nilai Pencerapan Q(m ³ /s)	1,0055	1,0055	1,0055
	Anggaran Q Harian (m ³ /hari)	86,875.2	86,875.2	86,875.2
	Anggaran Q Harian (L/hari)	86,875,200	86,875,200	86,875,200
Stesen 3	Nilai Pencerapan Q(m ³ /s)	1.1026	1.1026	1.1026
	Anggaran Q Harian (m ³ /hari)	95,264.64	95,264.64	95,264.64
	Anggaran Q Harian (L/hari)	95,264,640	95,264,640	95,264,640

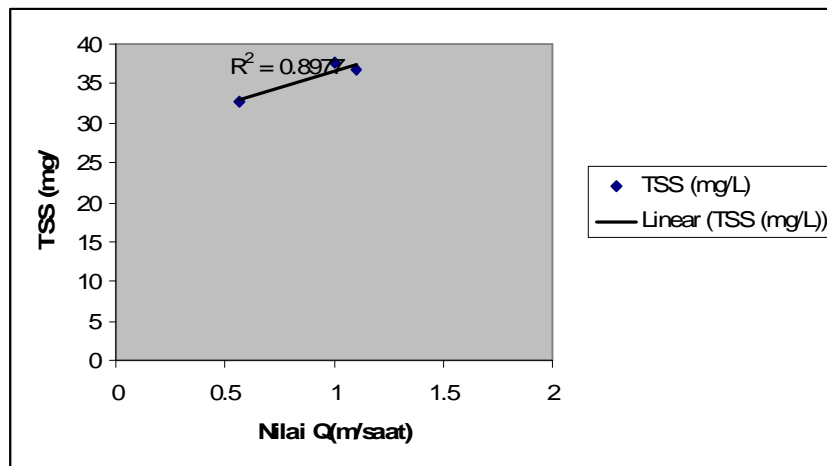
Jadual 4: Analisis Cerapan dan Anggaran Luahan Persampelan Musim Hujan

Stesen Persampelan	Parameter	4- Dis-08	25-Dis-08	25-Jan-09
Stesen 1	Nilai Pencerapan Q(m ³ /s)	0.7731	0.7731	0.7731
	Anggaran Q Harian (m ³ /hari)	66,795.84	66,795.84	66,795.84
	Anggaran Q Harian (L/hari)	66,795,840	66,795,840	66,795,840
Stesen 2	Nilai Pencerapan Q(m ³ /s)	4.4190	4.4190	4.4190
	Anggaran Q Harian (m ³ /hari)	381,801.60	381,801.60	381,801.60
	Anggaran Q Harian (L/hari)	381,801,600	381,801,600	381,801,600
Stesen 3	Nilai Pencerapan Q(m ³ /s)	3.4825	3.4825	3.4825
	Anggaran Q Harian (m ³ /hari)	300,888.00	300,888.00	300,888.00
	Anggaran Q Harian (L/hari)	300,888,000	300,888,000	300,888,000

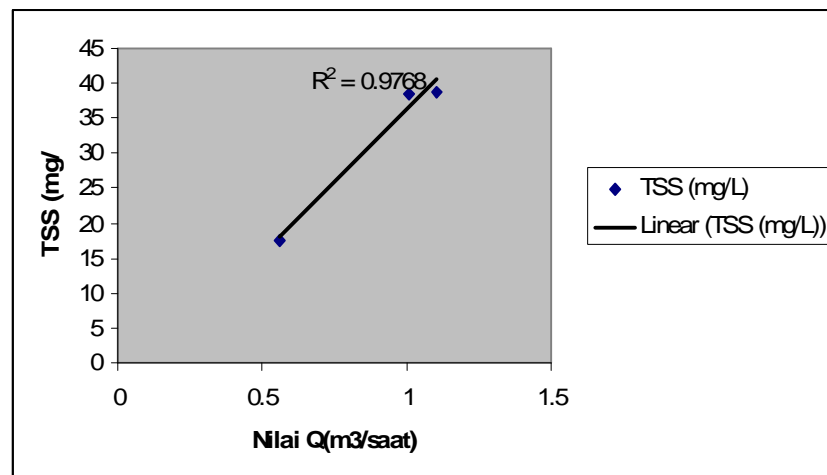
b. Hubungan luahan dengan konsentrasi sedimen terampai

Seterusnya, perkaitan di antara nilai cerapan luahan (Q) dan nilai konsentrasi sedimen terampai (TSS) juga telah dikira bagi semua stesen persampelan bagi musim normal dan musim hujan. Bagi musim normal, pada 31 Ogos 2008 (Rajah 1) dan 13 September 2008 (Rajah 2) hubungan antara dua variasi menunjukkan hubungan yang jelas, iaitu masing-masing $R^2 = 0.897$ dan $R^2 = 0.9768$ atau 89 peratus dan 97 peratus. Manakala, bagi perkaitan di antara nilai cerapan Q dan nilai konsentrasi sedimen terampai pada musim

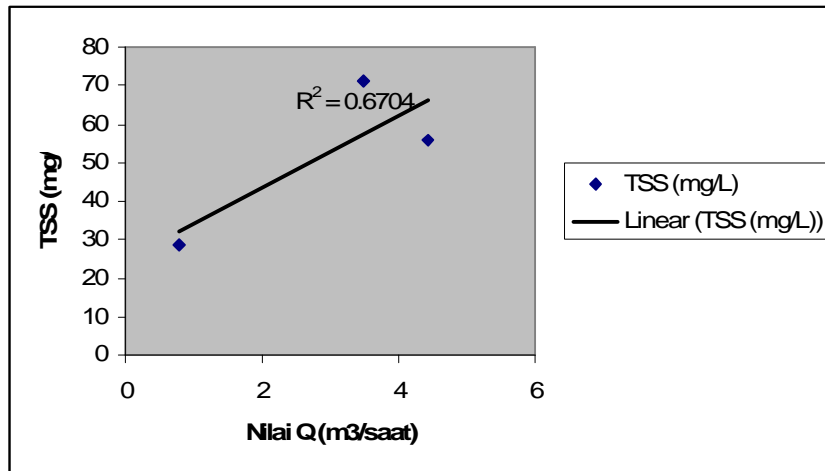
hujan pula mencatatkan nilai yang lebih jelas. Hal ini di mana, pada 4 Disember 2008 (Rajah 3) nilai cerapan Q menunjukkan hubung kait iaitu $R^2 = 0.6704$ dan $R^2 = 0.9968$ pada 25 Januari 2009 (Rajah 4). Berdasarkan keputusan yang diperolehi, didapati cerapan pada 25 Januari 2009 mempunyai hubungan yang paling signifikan antara konsentrasi sedimen terampai dengan nilai luahan, iaitu 99 peratus. Keadaan ini dapat dikaitkan dengan nilai luahan yang tinggi pada 25 Januari akibat pengaruh jumlah hujan. Jumlah hujan yang tinggi berupaya meningkatkan hakisan tanah dan seterusnya melonggarkan kumin-kumin tanah sebelum diangkut oleh aliran permukaan ke alur sungai. Seterusnya, kumin-kumin tanah tersebut akan dimendapkan di dasar sungai dan boleh mempengaruhi konsentrasi sedimen dalam sungai.



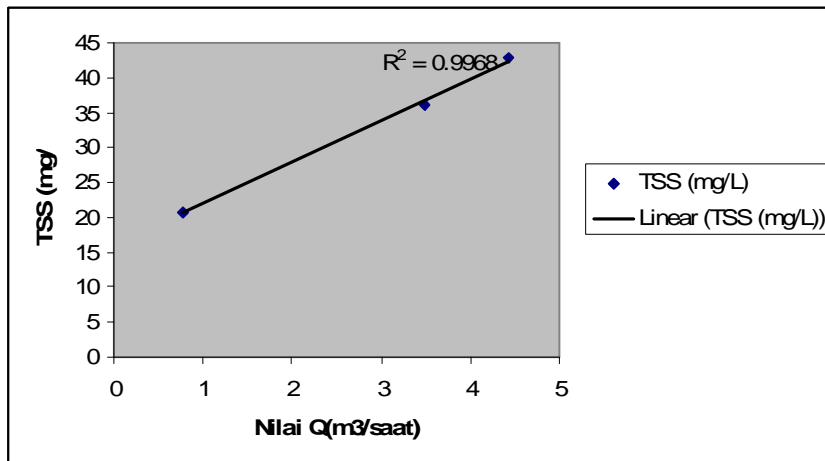
Rajah 1: Hubungan antara Nilai Pencapaian Q dan nilai TSS (31/08/08)



Rajah 2 : Hubungan antara Nilai Pencapaian Q dan nilai TSS (13/09/08)



Rajah 3: Hubungan antara Nilai Pencerapan Q dan nilai TSS (04/12/08)



Rajah 4 : Hubungan antara Nilai Pencerapan Q dan nilai TSS (25/01/09)

c. Anggaran muatan sedimen terampai

Bagi mendapatkan muatan sedimen terampai dalam sungai, kepekatan sedimen terampai telah dikira berdasarkan anggaran persampelan pada kedua-dua musim. Secara keseluruhannya, nilai kepekatan sedimen terampai pada musim hujan adalah lebih tinggi berbanding pada musim normal (Jadual 5 dan 6). Berdasarkan nilai anggaran muatan sedimen terampai tersebut, didapati nilai tertinggi dicatatkan pada 13 September 2008 di stesen 3 iaitu, 3,696.27 kg/hari. Manakala nilai anggaran muatan sedimen terendah dicatatkan adalah pada 16 Ogos 2008 dan dapat dikaitkan dengan faktor aktiviti mencuci sungai yang dilakukan oleh pihak Jabatan Pengairan dan Saliran (JPS) Pekan. Aktiviti ini termasuklah membuang sisa-sisa tumbuhan yang telah mati di sepanjang Sungai Chini.

Seterusnya, bagi anggaran nilai muatan sedimen terampai pada musim hujan pula secara keseluruhannya adalah tinggi, terutamanya pada bulan Disember. Keadaan ini dipengaruhi oleh faktor hujan lebat yang berupaya menyebabkan banjir di Sungai Pahang dan seterusnya menyebabkan pengangkutan sedimen masuk dari Sungai Pahang ke Sungai Chini melalui limpahan air. Walau bagaimanapun, anggaran muatan sedimen

yang dicatatkan pada 25 Disember 2008 adalah agak rendah berbanding 4 Disember 2008 kerana pada ketika cerapan diambil, baraj yang terletak di hilir sungai Chini ditutup dan aras air ketika itu merupakan aras air minima sebenar bagi Sungai Chini. Anggaran muatan sedimen di ketiga-tiga stesen pada musim hujan mencatatkan nilai 14,909.28 kg/hari hingga 9,520.81 kg/hari (Jadual 6).

Di samping itu, nilai muatan sedimen per unit kawasan juga diambil kira dengan menentukan luas sub lembangan bagi Sungai Chini. Kawasan kajian iaitu Sungai Chini mempunyai luas sub lembangan iaitu 4.36 km². Dengan menggunakan rumus [5], jumlah muatan sedimen terampai per kilometer persegi per tahun dan penghasilan sedimen setahun bagi setiap waktu cerapan di ketiga-tiga stesen mengikut musim dapat dianggarkan. Pada 16 Ogos 2008, nilai yang dicatatkan ialah 69,991.67 kg/km²/tahun (68.886 tan/km²/tahun) hingga 305,457.92 kg/km²/tahun (300,631 tan/km²/tahun), manakala 133,472.84 kg/km²/tahun (131.364 tan/km²/tahun) hingga 293,484.82 kg/km²/tahun (288.847 tan/km²/tahun) dicatatkan pada 31 Ogos 2008 dan 71,619.57 kg/km²/tahun (70.488 tan/km²/tahun) hingga 309,434.95 kg/km²/tahun (304.545 tan/km²/tahun) pada 13 September 2008.

Seterusnya, bagi nilai muatan sedimen per unit kawasan pada musim hujan pula secara puratanya mencatatkan nilai yang tinggi. Anggaran muatan sedimen yang dicatatkan adalah 161,045.30 kg/km²/tahun (158.500 tan/km²/tahun) hingga 1,793,457 kg/km²/tahun (1,765.121 tan/km²/tahun) pada 4 Disember 2008, 120,783.97 kg/km²/tahun (118.875 tan/km²/tahun) hingga 987,409.32 kg/km²/tahun (971.808 tan/km²/tahun) pada 25 Disember 2008 dan 116,310.54 kg/km²/tahun (114.472 tan/km²/tahun) hingga 1,368,005.4 kg/km²/tahun (1,346.39 tan/km²/tahun) pada 25 Januari 2009.

Secara keseluruhannya, nilai muatan sedimen per unit kawasan bagi kedua-dua musim menunjukkan nilai perbezaan yang amat ketara. Hal ini di mana, nilai purata yang dicatatkan di ketiga-tiga stesen pada musim hujan adalah lebih tinggi berbanding pada musim normal iaitu, 1,248,139.03 kg/km²/tahun (1,228.42 tan/km²/tahun) pada 4 Disember 2008, 578,220.95 kg/km²/tahun (569.08 tan/km²/tahun) pada 25 Disember 2008 dan 797,040.16 kg/km²/tahun (784.45 tan/km²/tahun) pada 25 Januari 2009 (Jadual 6). Manakala, nilai muatan sedimen per unit kawasan bagi musim normal hanya mencatatkan nilai purata 173,000.63 kg/km²/tahun (170.267 tan/km²/tahun) pada 16 Ogos 2008, 233,471.64 kg/km²/tahun (229.783 tan/km²/tahun) pada 31 Ogos 2008 dan 220,110.08 kg/km²/tahun (216.632 tan/km²/tahun) pada 13 September 2008 (Jadual 5).

Berdasarkan nilai-nilai muatan sedimen yang dicatatkan mendapati stesen persampelan 3 menunjukkan nilai muatan sedimen tertinggi berbanding dengan stesen persampelan yang lain. Keadaan ini berlaku disebabkan stesen tersebut merupakan satu-satunya laluan keluar luahan sungai dari Tasik Chini untuk masuk ke Sungai Pahang. Dalam hal ini Tasik Chini dianggap sebagai *sink* yang dihasilkan oleh sungai-sungai pembekal (Mohd Ekhwani 2007). Selain itu, didapati anggaran muatan sedimen yang dimendapkan pada musim normal adalah 20,984.52 kg/km²/tahun (20.65 tan/km²/tahun) iaitu, jumlah purata bagi ketiga-tiga stesen (jadual 7). Manakala anggaran muatan sedimen purata bagi ketiga-tiga stesen yang dimendapkan pada musim hujan pula adalah 86,248.68 kg/km²/tahun (84.88 tan/km²/tahun) (jadual 8).

Jadual 5: Analisis Muatan Sedimen Terampai (harian dan tahunan) di Sungai Chini pada Musim Normal

Stesen	16 Ogos 2008				31 Ogos 2008				13 September 2008			
	TSS (mg/l)	Kg/hari	Kg/km ² /tahun	Tan/km ² /tahun	TSS (mg/l)	Kg/hari	Kg/km ² /tahun	Tan/km ² /tahun	TSS (mg/l)	Kg/hari	Kg/km ² /tahun	Tan/km ² /tahun
1	17.2	836.07	69,991.67	68.886	32.8	1,594.36	133,472.84	131.364	17.6	855.51	71,619.57	70.488
2	42	3,648.76	305,457.92	300.631	37.6	3,266.51	273,457.27	269.137	38.4	3,336.00	279,275.73	274.863
3	22.4	2,133.93	143,552.31	141.284	36.8	3,505.74	293,484.82	288.847	38.8	3,696.27	309,434.95	304.545
Jumlah	81.6	6,618.76	519,001.90	510.801	107.2	8,366.61	700,414.93	689.348	94.8	7,887.78	660,330.25	649.896
Purata	27.2	2,206.25	173,000.63	170.267	35.73	2,788.87	233,471.64	229.783	31.6	2,629.26	220,110.08	216.632

Jadual 6: Analisis Muatan Sedimen Terampai (harian dan tahunan) di Sungai Chini pada Musim Hujan

Stesen	4 Disember 2008				25 Disember 2008				25 Januari 2009			
	TSS mg/l	Kg/hari	Kg/km ² /tahun	Tan/km ² /tahun	TSS mg/l	Kg/hari	Kg/km ² /tahun	Tan/km ² /tahun	TSS mg/l	Kg/hari	Kg/km ² /tahun	Tan/km ² /tahun
1	28.8	1,923.72	161,045.3	158.500	21.6	1,442.79	120,783.97	118.875	20.8	1,389.35	116,310.54	114.472
2	56	21,380.89	1,789,914.01	1,761.633	19.6	7,483.31	626,469.57	616.571	42.8	16,341.10	1,368,005.4	1,346.39
3	71.2	21,423.23	1,793,457.79	1,765.121	39.2	11,794.80	987,409.32	971.808	36	10,831.97	906,804.54	892.477
Jumlah	156	44,727.84	3,744,417.1	3,685.25	80.4	20,720.9	1,734,662.86	1,07.25	99.6	28,562.42	2,391,120.48	2,353.34
Purata	52	14,909.28	1,248,139.03	1,228.42	26.8	6,906.97	578,220.95	569.08	33.2	9,520.81	797,040.16	784.45

Jadual 7: Muatan Sedimen Terampai di Sungai Chini
(16,31 Ogos & 13 September 2008)

Kawasan (km ²)	Σ TSS	TSS (kg/l)	Anggaran Q (m ³ /s)	Anggaran Q (m ³ /hari)	Anggaran Q (l/hari)	Hasil sedimen per hari (kg/hari)	Hasil sedimen km ² per bulan (kg/km ² /bulan)	Hasil sedimen per tahun (kg/km ² /tahun)	Hasil sedimen per tahun (tan(kg/km ² /tahun)
4.36	31.51	0.00 003 151	0.89	76,896	76,896,000	7,624.38	1,748.71	20,984.52	20.65

Jadual 8: Muatan Sedimen Terampai di Sungai Chini
(4, 25 Disember 2008 & 25 Januari 2009)

Kawasan (km ²)	Σ TSS	TSS (kg/l)	Anggaran Q (m ³ /s)	Anggaran Q (m ³ /hari)	Anggaran Q (l/hari)	Hasil sedimen per hari (kg/hari)	Hasil sedimen km ² per bulan (kg/km ² /bulan)	Hasil sedimen per tahun (kg/km ² /tahun)	Hasil sedimen per tahun (tan(kg/km ² /tahun)
4.36	37.33	0.00 003 733	2.89	249,696	249,696,000	31,337.05	7,187.39	86,248.68	84.88

d. Faktor Penghasilan Sedimen di Sungai Chini

Hasil pemerhatian di lapangan mendapati faktor utama kepada penghasilan muatan sedimen yang tinggi di Sungai Chini ini berpunca daripada aktiviti pembangunan dan guna tanah yang aktif di persekitaran tasik. Persekitaran kawasan hutan di kawasan Tasik Chini dan Sungai Chini yang sebelum ini dikatakan mempunyai pelbagai tumbuhan hutan seperti rotan, tumbuhan herba dan buah-buahan telah mengalami pengurangan (Mohd Ekhwan et. al 2007). Masalah ini kerana kawasan persekitaran tersebut telah dimusnahkan dan digantikan dengan kegiatan pertanian seperti penanaman getah dan kelapa sawit serta kem Latihan Khidmat Negara (PLKN) bersebelahan dengan kawasan resort di Tasik Chini. Perubahan guna tanah tersebut menyebabkan peningkatan konsentrasi sedimen yang memasuki sungai apabila hujan kerana kumin-kumin tanah telah menjadi longgar. Di samping itu, aktiviti perlombongan yang terletak di zon lembangan dan kewujudan kilang kelapa sawit turut mempengaruhi konsentrasi sedimen yang memasuki Tasik Chini dan akhirnya termendap di dasar Sungai Chini.

Selain itu, aktiviti navigasi bot sepanjang Sungai Chini juga berupaya menyebabkan peningkatan konsentrasi sedimen. Tambahan pula, aktiviti navigasi bot tersebut akan menghasilkan biasan ombak jadian yang berupaya menghakis tebing sungai dan akan melonggarkan ikatan kumin-kumin tanah. Biasan ombak boleh menyebabkan hakisan tebing yang serius terutama di kawasan keratan rentas sungai yang sempit serta tidak dilitupi tumbuhan (Chakrapani 2005; Mohd Ekhwan & Haryati 2007). Seterusnya, dengan adanya pintu air atau “baraj” di hilir sungai yang bertindak sebagai halangan juga menyebabkan halaju air Sungai Chini berkurangan dan menyebabkan sedimen tidak dapat diangkut keluar. Keadaan ini menyebabkan sebahagian daripada sedimen akan dimendapkan di dasar sungai dan sebahagian lagi akan terapung sebagai bahan ampaian. Pembinaan “baraj” juga telah menyebabkan kemusnahan pelbagai spesies tumbuhan seperti pandan dan pokok renek. Menurut M.Suhaimi & Lim (2006), apabila tumbuhan ini mati dan mereput, ianya akan mengurangkan oksigen di bahagian dasar.

KESIMPULAN

Berdasarkan kajian ini, dapat dikenalpasti tahap konsentrasi sedimen di Sungai Chini dan faktor yang mempengaruhinya. Justeru, semua pihak sama ada pihak berkuasa mahupun masyarakat setempat perlulah lebih peka dan bertanggungjawab terhadap masalah ini. Pengurangan konsentrasi sedimen dapat di atasi sekiranya setiap individu sedar dan dapat mengenalpasti punca-punca yang menyumbang kepada penghasilan sedimen. Selain itu, Tasik Chini yang berkemungkinan menjadi salah satu daripada rezab biosfera mungkin secara tidak langsung dapat mengurangkan masalah penghasilan sedimen kerana akan diwartakan sebagai kawasan pemeliharaan dan pemuliharaan alam sekitar. Penyelidikan yang dijalankan secara berterusan juga dapat menyedarkan masyarakat tentang kepentingan penjagaan alam sekitar, khususnya sungai. Selain itu, penambahbaikan dalam bidang penyelidikan, misalnya penggunaan permodelan merupakan satu langkah yang proaktif dalam menangani isu-isu alam sekitar.

Konsentrasi sedimen yang tinggi di Sungai Chini juga akan mempengaruhi dasar Tasik Chini. Ini kerana, Tasik Chini yang bertindak sebagai *sink* untuk memerangkap sedimen yang dihasilkan oleh 12 buah sungai pembekal aktif Tasik Chini akan menjadi semakin cetek akibat endapan sedimen. Kesannya, kebarangkalian Tasik Chini untuk “lenyap” dalam masa 10 tahun akan datang adalah tinggi jika tiada usaha dilakukan untuk mengatasi masalah sedimentasi (Mohd Ekhwan 2008). Tambahan pula, hanya Sungai Chini sebagai satu-satunya aliran keluar muatan sedimen untuk diangkut ke Sungai Pahang. Seterusnya, tanpa kawalan yang serius, kemungkinan dasar tasik akan dipenuhi muatan sedimen yang akhirnya boleh mengganggu ekosistem tasik dalam jangka masa yang panjang.

PENGHARGAAN

Kajian ini dijalankan melalui geran Universiti Kebangsaan Malaysia: OUP-PLW-13-54/2009 dan UKM-GUP-PI-08-34-081. Penulis merakamkan ucapan jutaan terima kasih kepada Universiti Kebangsaan Malaysia, Pusat Penyelidikan Tasik Chini (PPTC) dan Pusat Pengajian Sosial Pembangunan dan Persekitaran, FSSK di atas bantuan yang diberikan.

RUJUKAN

- Ceballas, A. & Schnabel, S 1998. Hydrological behavior of a small catchment in the Dehesa land use system. *Journal of Hydrology*. 210. 146 - 160.
- Chakrapani, G.J. 2005. Factors controlling variations in river sediment loads. *Current science*. 88 (4): 569-575.
- Gray, D. M. 1970. *Handbook on the principles of hydrology*. National Research Council of Canada.
- Leeder, M.R. 1982. *Sedimentology: Process and Product*. London: George Allen & Unwen (Publishers) Ltd.
- Mohd. Ekhwan Toriman, Abdul Hamid Abdullah dan Fuad Md. Jali. 2000. Hakisan litoral dan impaknya terhadap masyarakat Kuala Kemaman Terengganu. Dlm. Razali Agus (Edt). *Alam Sekitar dan Pembangunan*. Kuala Lumpur. Penerbit Utusan. 239-347.
- Mohd Ekhwan, Toriman. 2006. Regulasi Empangan Kenyir: implikasinya terhadap hidrologi danimbangan air Sungai Terengganu. Dalam *Isu-isu Pengurusan Alam Sekitar Fizikal*, Mohd Hairy,I., Nasir, N. & Mohamadisa,H. (Pnyt.). Penerbit UPSI. 19-36.
- Mohd Ekhwan Toriman & Haryati Che Lah. 2007: Ciri Hidrologi dan hakisan tebing sungai di Sungai Lendu, Alor Gajah, Melaka. *e-Bangi*. 2 (2).1-19.
- Mohd Ekhwan Toriman, Mohd Khairul Amri Kamarudin,Mushrifah Hj Idris, Muhammad Barzani Gasim & Nor Rohaizah Jamil. 2008. Masalah Sedimentasi dan Penyelesaiannya Melalui Kaedah Pengurusan Persekitaran: Satu Kajian Kes di Sungai Chini, Pahang. *e-Bangi*. 3 (3):1-14.
- Mohd Ekhwan Toriman & Noorazuan Hashim. 2008. Kelestarian Sungai dalam arus pembangunan negara. Dlm. Katiman Rostam, Mokhtar Jaafar & Noorazuan (pnyt.). *Dinamika sosial, pembangunan & persekitaran di Malaysia*, hlm. 223-228. Pahang: Book Pro Publishing Services.
- M. Suhaimi & E.C Lim.2006. Keadaan eutrofikasi di Tasik Chini, Pahang. *Sains Malaysiana*. 35(2): 29-34.

Muhammad Barzani Gasim & Mohd Ekhwan, T. (2006). Hydrology and water quality land-use assessment of Tasik Chini's feeder rivers, Pahang Malaysia. *Geografia*. 3 (3). 1-16.

Sulong, M. & Mohd Ekhwan, T. 2006. Implikasi struktur kunci air ke atas aktiviti pelancongan dan penduduk di sekitar Sungai Chini dan Tasik Chini, Pahang. *e--Bangi*. 1 (1): 1-13.

Nurul Syazwani Ab Rani, Prof. Madya Dr. Mohd Ekhwan Hj Toriman & Mohd Khairul Amri Kamarudin.

Pusat Pengajian Sosial Pembangunan & Persekitaran, FSSK,
Universiti Kebangsaan Malaysia,
43600. Bangi Selangor.

Email: nurul_2641@yahoo.com, ikhwan@ukm.my, amri.ukm@gmail.com

Prof. Dato' Dr. Mushrifah Hj Idris & Nor Rohaizah Jamil

Pusat Pengajian Sains Sekitaran & Sumber Alam, FST,
Universiti Kebangsaan Malaysia.

43600, Bangi Selangor Darul Ehsan

Email: mush@ukm.my, norrohaizahjamil@yahoo.com